

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

**Ovládání provozně technických funkcí pomocí
sběrnice systému KNX**

Operational technical functions control using KNX

Zadání bakalářské práce

Student: **Dušan Skopal**

Studijní program: B2648 Projektování elektrických zařízení

Téma: Ovládání provozně technických funkcí pomocí sběrnicevého systému
KNX
Operational technical functions control using KNX

Zásady pro vypracování:

Zadání:

Pro komfortní řízení a regulaci provozně technických funkcí v budovách se stále více v praxi používají sběrnicevé systémy. Pro vybranou budovu vypracujte projektovou dokumentaci regulace a řízení provozně technických funkcí pomocí sběrnicevého systému KNX, včetně jeho naprogramování.

Cíl:

Zpracování projektové dokumentace pro regulaci provozně technických funkcí v budově pomocí sběrnicevého systému KNX.

Úkoly:

- Analýza provedení, specifikace a cenová nabídka materiálu a vhodných komponent,
- Zpracování regulace provozně technických funkcí v budově,
- Naprogramování sběrnicevého systému KNX pomocí sw ETS3,
- Zpracování projektové dokumentace,
- Zhodnocení přínosu použitého systému.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Merz H. a kol.; Automatizované systémy budov - Sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet, Grada Publishing, Praha 2007, ISBN 978-80-247-2367-9
- [2] Valeš M.; Inteligentní dům, ERA group spol. s r. o., Brno, 2006, ISBN:80-7366-062-8
- [3] Valter J.; Regulace v praxi, BEN Praha, 2010, ISBN 978-80-7300-256-5

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

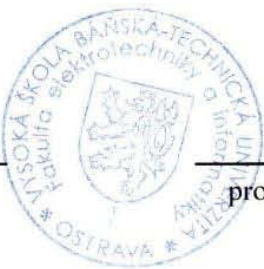
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Vaňuš, Ph.D.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 4.5.2012



doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Poděkování

Chtěl bych zde poděkovat za podporu a přínosné informace při vytváření bakalářské práce vedoucímu práce Ing. Janu Vaňušovi Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat Tomášovi Spáčilovi a Ivaně Spáčilové za podporu během studia a za poskytnutí zázemí a SW vybavení pro zpracování této práce. V neposlední řadě chci poděkovat za podporu a schovívavost své rodině.

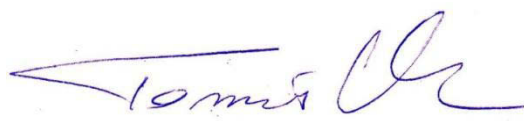
V Drahanovicích, dne 3. 5. 2012


.....
Dušan Skopal

Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.“

V Olomouci, dne 3. 5. 2012



Tomáš Spáčil

Abstrakt

Tato bakalářská práce představuje systémovou instalaci sběrnice systému KNX / EIB, konfigurační SW ETS a postup programování systému. Hlavním cílem je zpracování návrhu – projektové dokumentace systémové instalace KNX v budově firmy Elektropráce Spáčil s.r.o. v Olomouci. Projektová dokumentace bude zpracována v SW ElproCad a bude navazovat na návrh silnoproudé a slaboproudé instalace zpracované v dřívější fázi projektových prací. Součástí této práce je také vytvoření programu v SW ETS3 a naprogramování provozních funkcí na základě zhotovené projektové dokumentace.

Klíčová slova: KNX, sběrnice, systém, projekt, akční člen, snímač, ETS

Abstract

This thesis presents a system installation bus system KNX/EIB, ETS software configuration and programming process system. The main objective is to elaborate the proposal - project documentation KNX system installation in the building of Company Elektropráce Spáčil s.r.o. in Olomouc. Project documentation will be processed in SW ElproCad and will continue to design high-voltage and low-voltage installations processed at an earlier stage of the project work. Part of this work is creating the program in ETS3 software with operational functions based on project documentation.

Keywords: KNX, bus system, project, actuator, sensor, ETS

Seznam zkratek

EIB – standard pro systémovou techniku budov

KNX – celosvětový otevřený standard pro systémovou techniku budov založený na platformě EIB

EIBA – European Installation Bus Association

KNXA – KONNEX Association

ETS – Engineering Tool Software (softwarový nástroj pro programování, diagnostiku a návrh systému KNX)

BCI – BatiBUS Club International

EHSA – European Home System Association

TP – Twisted Pair (kroucený pár)

PL – Powerline (silové vedení)

RF – Radio Frequency (bezdrátový – radiový přenos)

IP – Internet protocol (datový protokol)

OSI – Open System Interconnection

A-Mode – Automat configuration (automatická konfigurace)

E-Mode – Easy configuration (snadná konfigurace)

S-Mode – System configuration (systémová konfigurace)

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (systémy pro řízení a sběr dat)

OPC – OLE for Process Control

EZS – elektronický zabezpečovací systém

CCTV – uzavřený kamerový systém

STA – systém společné televizní antény

SW - software

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Automatizace a řízení budov	2
3.	Všeobecný popis systému KNX	4
4.	Historie a vznik KNX.....	8
5.	Systémová specifikace – přenosová média.....	10
6.	Topologie systému	11
7.	Komunikace.....	13
8.	ETS – Engineering Tool Software	17
9.	Postup programování.....	18
10.	Vizualizace	19
11.	Obecné požadavky na provedení technické dokumentace KNX.....	20
12.	Všeobecný popis budovy – řešený projekt	21
13.	Analýza provedení.....	23
14.	Specifikace – cenová kalkulace	26
15.	Závěr.....	27
	Seznam použité literatury	28
	Seznam příloh	30

1. Úvod

Tato bakalářská práce má za cíl zpracování návrhu, realizační projektové dokumentace a následně realizaci provozně technických funkcí v budově firmy Elektropráce Spáčil s.r.o. Pro řízení těchto funkcí bude použita systémová instalace KNX. Výkresová část projektové dokumentace bude zpracována v SW ElproCad, pro textové části a tabulky bude použit SW Microsoft Office. Projektová dokumentace bude zpracována pouze v rozsahu týkajícím se přímo systémové instalace KNX a bude navazovat na již zhotovenou dokumentaci silnoproudé a slaboproudé elektroinstalace. Následná realizace spočívá v oživení jednotlivých prvků systémové instalace s vytvořením požadovaných vazeb a logických funkcí řízení. Tyto práce budou provedeny v SW ETS3.

Vlastní zpracování bakalářské práce se bude zabývat nejprve automatizací a řízením provozně technických funkcí a důvody, které nás vedou k jejich implementaci. Dále zde bude představen systém KNX od svých počátků po současnost včetně obecných pravidel, principů, funkcionality a navazujících součástí, jako je programování, programovací SW a vizualizace. Další část bude tvořit představení řešené budovy s popisem jednotlivých funkcí, což bude sloužit jako podklad pro vytvoření projektové dokumentace a vlastní realizaci. Projektová dokumentace s programem bude přílohou této práce.

2. Automatizace a řízení budov

Se zvyšující se životní úrovní, komfortem, požadavky uživatelů na vybavení a ovládání provozních funkcí budov, domů a bytů, ale i rostoucími cenami za energie, se stále častěji setkáváme s pojmem inteligentní budova. Jedná se o budovy s integrovaným managementem, tj. se sjednocenými systémy řízení, zabezpečení a správy budovy. Vhodným propojením vzájemných vazeb mezi nimi můžeme získat velice produktivní a nákladově efektivní systém, což umožní uživateli ovládání veškerých běžně využívaných funkcí tak, aby užívání bylo jednoduché a intuitivní, ale přitom efektivní, a v jeho nepřítomnosti udržuje budovu ve stavu s minimálními nároky na energie, avšak vždy připravenou ke komfortnímu využití. Tyto systémy se vykazují také vysokou flexibilitou a možností jednoduchého přizpůsobení se rostoucím nárokům do budoucna. Pro takovéto řízení se zpravidla využívá systémových instalací, např. KNX/EIB, LonWorks, BACnet, u menších staveb jsou využívány jednodušší systémy např. Ego-n, NIKOBUS, Xcomfort, iNELS, MyHome.

Ke snižování energetické náročnosti nás ale nenutí jen finanční úspory, ale i vliv výroby energií na životní prostředí. Vzhledem ke skutečnosti, že podíl budov na celkové spotřebě energie v Evropské unii činí cca 40 %, byla vypracována směrnice o energetické náročnosti budov. Její poslední verzí je „Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2010/31/EU o energetické náročnosti budov“. Ta mimo jiné přímo předepisuje, jakou může mít budova energetickou náročnost. Na základě první verze této směrnice (2002/91/EC) byla v roce 2007 také schválena norma EN 15232 Energetická náročnost budov – Vliv automatizace, řízení a správy budov. Tato norma stanovuje čtyři třídy energetické účinnosti A=D, přičemž hodnoty třídy C slouží jako referenční hodnoty pro porovnání činitele účinnosti. Jestliže je budova vybavena systémem automatizace a řízení, je zařazena do jedné z těchto tříd, viz následující tabulka.

Tabulka 1 – Energetický štítek budovy – EN15232[6]

Automatizace a řízení budov – třídy účinnosti podle EN 15232	Činitel účinnosti pro tepelnou energii			Činitel účinnosti pro elektrickou energii		
	Kancelář	Škola	Hotel	Kancelář	Škola	Hotel
A Systém automatizace a řízení budovy (BACS) s vysokou energetickou účinností a vysoce výkonný systém technické správy budovy (TBM)	0,70	0,80	0,68	0,87	0,86	0,90
B Pokročilý BACS a TBM	0,80	0,88	0,85	0,93	0,93	0,95
C Standardní BACS	1	1	1	1	1	1
D BACS bez funkce energetické účinnosti	1,51	1,20	1,31	1,10	1,07	1,07

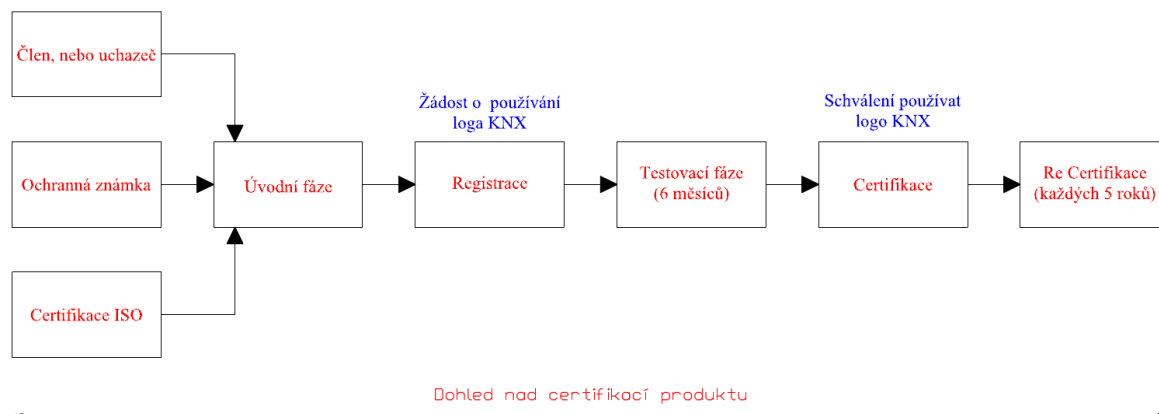
BACS: Building Automation and Control System = Automatizační a řídicí systém budov
TBM: Technical Building Management = Technické zabezpečení budov

Tabulka 2 – Seznam funkcí a přiřazení do tříd energetické účinnosti (výťah z EN 15232:2007) [6]

	Topení / Chlazení	Ventilace / Klimatizace	Osvětlení	Ochrana proti slunečnímu záření
A	Individuální řízení jednotlivých místností s komunikací mezi kontroléry Vnitřní měření teploty pro řízení teploty ve vodovodní distribuční síti Úplné vzájemné blokování mezi řídicím systémem vytápění a chlazení	Řízení proudění vzduchu v místnostech v závislosti na požadavcích nebo přítomnosti osob Nastavení teploty s kompenzací teploty dodávaného vzduchu Řízení vlhkosti vstupujícího a vystupujícího vzduchu v místnosti	Automatické řízení denního světla Automatická detekce přítomnosti osob, manuální zap./automatické vyp. Automatická detekce přítomnosti, manuální zap./stmívání Automatická detekce přítomnosti, automat. zap./automatické vyp. Automatická detekce přítomnosti, automatické zap./stmívání	Kombinované řízení osvětlení/žaluzií/topení/větrání/klimatizace (HVAC)
B	Individuální řízení jednotlivých místností s komunikací mezi kontroléry Vnitřní měření teploty pro řízení teploty ve vodovodní distribuční síti Částečné vzájemné blokování mezi řídicím systémem vytápění a chlazení (nezávisle na systému HVAC= topení, větrání, klimatizace)	Časově závislé řízení proudění vzduchu v jednotlivých místnostech Nastavení teploty s kompenzací teploty dodávaného vzduchu Řízení vlhkosti vstupujícího a vystupujícího vzduchu v místnosti	Manuální řízení denního světla Automatická detekce přítomnosti osob, manuální zap./automatické vyp. Automatická detekce přítomnosti, manuální zap./stmívání Automatická detekce přítomnosti, automat. zap./automatické vyp. Automatická detekce přítomnosti, automatické zap./stmívání	Motorické ovládání s automatickým řízením žaluzií
C	Individuální automatické řízení jednotlivých místností termostatickými ventily nebo elektronickým řídicím systémem Kompenzované řízení teploty ve vodovodní distribuční síti podle venkovní teploty Částečné vzájemné blokování mezi systémy řízení topení/chlazení (závislé na systému HVAC)	Časově závislé řízení proudění vzduchu v jednotlivých místnostech Konstantní nastavení teploty vzduchu Omezení vlhkosti vstupujícího vzduchu	Manuální řízení denního světla Manuální spínač zap./vyp. + přídavný signál pro rychlé zhasnutí Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí	Motorické ovládání s manuálním ovládáním žaluzií
D	Žádné automatické řízení Žádné řízení teploty vody v distribuční síti Žádné vzájemné blokování mezi systémem řízení vytápění/chlazení	Žádné řízení proudění vzduchu v jednotlivých místnostech Žádné řízení teploty vstupujícího vzduchu Žádné řízení vlhkosti vzduchu	Manuální řízení denního světla Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí + přídavný signál pro rychlé zhasnutí Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí	Manuální ovládání žaluzií

3. Všeobecný popis systému KNX

KNX - celosvětový standard pro řízení budov. Tvůrcem a vlastníkem této technologie je asociace KNX. Díky certifikaci produktů na základě standardu KNX je zaručena vzájemná kompatibilita výrobků různých firem, což představuje vysokou úroveň flexibility. Tato certifikace je prováděna v nezávislých laboratořích. Vlastní certifikací procházejí také instalatéri a projektanti systému KNX, kteří se školí v certifikačních školicích střediscích KNX. V České republice jsou v současnosti dvě tyto střediska, od roku 2006 školicí centrum ABB Elektro-Praga v Jablonci nad Nisou, které také od roku 2009 patří mezi 15 prestižních školicích center certifikovaných pro pořádání nadstavbových kurzů „ADVANCE“. Další školicí centrum otevřela Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně ve spolupráci s firmou Schneider Electric v lednu 2012.



Obr. 1 Postup procesu certifikace produktů KNX [8]

CERTIFICATE

No. 9492
Dusan Skopall

is herewith declared



www.knx.org



With this certificate authorisation is granted to use the
KNX trademark as well as the "KNX Partner" logo in compliance with
the terms agreed upon.

KNX Association

Brussels, date

21/06/2005

Please verify authenticity of this certificate via consulting the KNX Web pages

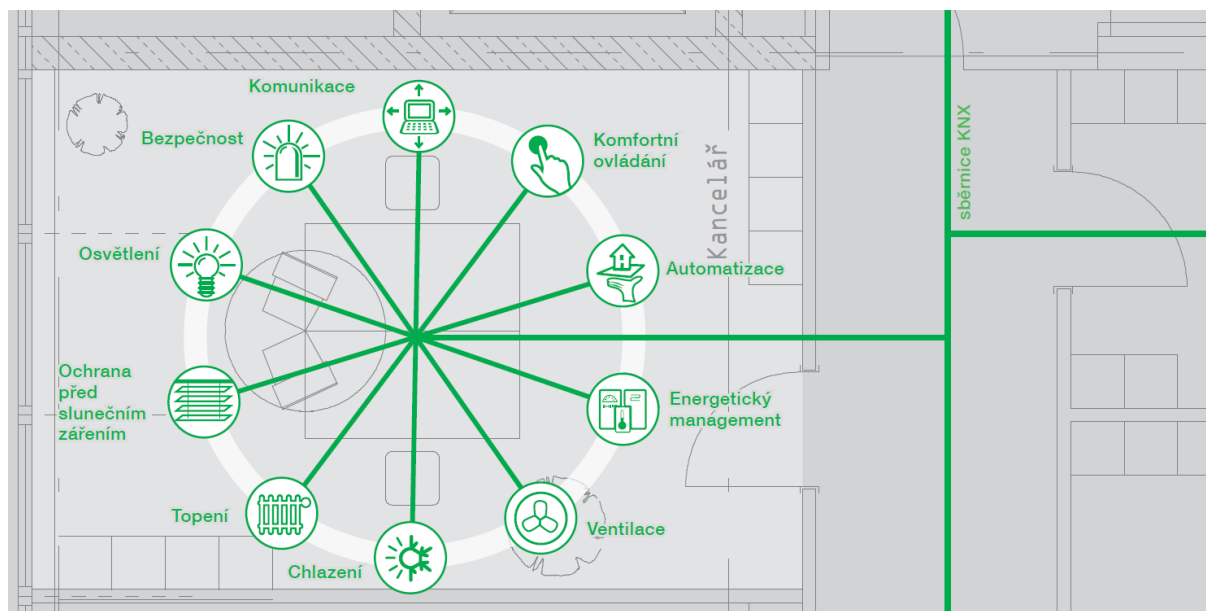
 The worldwide STANDARD for home and building control

Obr. 2 Certifikát partnera KNX

Technologie KNX je decentralizovaný sběrniceový systém, nepotřebuje tedy ke svému provozu PC ani žádnou centrální řídicí jednotku. Veškeré informace – data jsou uložena v mikroprocesorech jednotlivých prvků, neboli účastnících sběrnice, kteří spolu komunikují na základě skupinových adres formou telegramů. Všichni účastníci sběrnice jsou na stejné úrovni (multi – master komunikace). Uvedení do provozu se provádí pomocí softwaru ETS (Engineering Tool Software).

V systémové instalaci KNX rozlišujeme čtyři typy přístrojů:

- Systémové přístroje
Napájecí zdroje, komunikační rozhraní (IP, USB, RS232), liniové a oblastní spojky, tlumivky, ...
- Snímače (senzory)
Tlačítkové snímače, IR snímače, termostaty, analogové a digitální vstupní jednotky, snímače povětrnostních vlivů, ...
- Akční členy (aktory)
Spínací jednotky, žaluziové jednotky, stmívače, HVAC přístroje pro ovládání topení, chlazení a klimatizaci, ...
- Kontroléry (řídící prvky)
Logické a aplikační moduly, prvky pro zajištění komplexních funkcí, ...



Obr. 3 Aplikační možnosti systému KNX [7]

Systém KNX poskytuje rozmanité aplikační možnosti integrace různých technologií, jak znázorňuje obr. 7. Využití nachází při řízení provozních funkcí administrativních budov, obchodních center, zdravotnických zařízení a ústavů, bank, architektonických objektů, ale i v průmyslu. Tento systém řízení tedy přináší nejen komfort ovládání, ale především účinný nástroj pro efektivní řízení provozních funkcí. Samostatnou kapitolou je jeho implementace v rodinných domech, zde již nejsou úspory prioritním důvodem nasazení daného systému, ale hlavní důvod tu představuje komfort a prestiž, který instalace systému KNX přináší. Dovoluje také takřka neomezené možnosti při výběru ovladačů, které uspokojí každého více, či méně náročného zákazníka, a stejně tak i otevírá možnosti architektům dotvořit interiér do posledního detailu.

4. Historie a vznik KNX

Za vznikem systému KNX se můžeme ohlédnout do roku 1986, kdy firma Siemens započala s vývojem sběrnice instabus. Vývojoví pracovníci společnosti Siemens už od počátku uvažovali o nutnosti rozšíření systému na široké spektrum produktů. Následně v roce 1987 Německé firmy Siemens, Berker, Gira, Jung, Insta a Merten založily společnost Instabus Gemeinschaft. Hlavním cílem této společnosti bylo vyvinout systém pro měření, řízení, regulaci a monitorování provozních stavů v budovách. Tento záměr se shledal s nečekaným zájmem předních evropských výrobců elektrotechniky a společnost Instabus Gemeinschaft se přeměnila na nadnárodní nezávislou organizaci, z níž v květnu roku 1990 vznikla asociace EIBA (European Installation Bus Association) se sídlem v Bruselu.



Obr. 4 Logo asociace EIBA [8]

Hlavním cílem této asociace bylo zavedení standardu EIB jako ukazatele kvality, kompatibility a přizpůsobit se technologii systémové techniky budov. Proto byla pro standard EIB vytvořena norma, která byla začleněna do soustavy CELENEC (TC 105). Výhodou této standardizace byla garantovaná nezávislost na konkrétních výrobcích při spolupráci zařízení různých výrobců v jednom systému. Toto se již od počátku ukázalo jako krok správným směrem, což oceňovali hlavně investoři pro obrovskou variabilitu systému, možnost dalšího rozšiřování a nezávislost na konkrétním výrobcí. Decentralizací bylo také dosaženo maximální spolehlivosti, protože při poruše jednoho prvku došlo k ovlivnění pouze funkcí tímto prvkem ovládaných, případně vykonávaných, ostatní účastníci zůstávali funkční i nadále, což tento systém posunulo daleko před systémy s centrální řídicí jednotkou, kde při jejím selhání došlo k celkovému kolapsu systému. Současně se vznikem systému EIB vzniká ve Francii systém BCI (BatiBUS Club International), hlavním iniciátorem je zde firma Merin-Gerin. Další za zmínku stojí organizace EHSA (European Home System Association), která přichází na trh se systémem komunikujícím přímo po silových vodičích, což upřednostňovali zejména výrobci spotřebičů a zábavní elektroniky. Od roku 1996 z obavy před příchodem amerického systému LON dochází k jednání o sjednocení těchto tří předních evropských standardů a v roce 1999 vzniká právě sjednocením EIB, EHS a BCI asociace Konnex – KNX Association.



Obr. 5 Původní a současné logo asociace KNX [8]

V roce 2002 tak vzniká standard KNX, který je založen na platformě EIB. V prosinci roku 2003 je protokol KNX s přenosovými médii TP (Twisted Pair – kroucený pár) a PL (Powerline – silové vedení) uznán národními evropskými komisemi a ratifikován v CENELEC – Technickým výborem jako evropská norma EN 50090. V roce 2005 je standard KNX schválen americkou normou (ANSI / ASHRAE 135). O něco později, v polovině roku 2006, je uznán i přenos RF (Radio Frequency – radiový přenos) a v listopadu roku 2006 je protokol KNX včetně všech přenosových médií (TP, PL, RF a IP) schválen jako mezinárodní norma ISO/IEC 14543-3-x. Následně v roce 2007 je standard KNX schválen také v Číně (GB/Z 20965). Tím se KNX stává jediným celosvětově otevřeným standardem pro systémovou techniku budov.



Obr. 6 Mezinárodní standard (ISO/IEC14543-3) [8]



Obr. 7 Evropská norma (CENELEC EN50090 a CEN EN 13321-1 a 13321-2) [8]



Obr. 8 Čínský Standard (GB / Z 20965) [8]



Obr. 9 ANSI / ASHRAE Standard (ANSI / ASHRAE 135) [8]

5. Systémová specifikace – přenosová média

Systém KNX nabízí v tomto směru naprostou flexibilitu a při instalaci můžeme volit ze všech čtyř dostupných přenosových médií, případně je můžeme vzájemně kombinovat. Nicméně nejpoužívanější a také nejrozšířenější, co se týká rozmanitosti prvků, je systém KNX TP (*Twisted pair*) vycházející z původního standardu EIB.

KNX TP - Twisted pair

Jako komunikační medium pro přenos dat se využívá samostatného kabelu s krouceným párem (např. YCYM 2x2x0,8). Pro přenos dat i napájení slouží jeden pár, druhý se využívá pro pomocné napájení. Přenosová rychlost této datové sběrnice je 9600bit.s^{-1} , což bylo převzato ze standardu EIB a zaručuje tak naprostou kompatibilitu se stávajícími instalacemi.

KNX PL - Power-line

Zde se pro komunikaci využívají přímo silové vodiče s nosnou přenosovou frekvencí 110kHz, rychlost přenosu je 1200bit.s^{-1} , což bylo rovněž převzato z EIB.

KNX RF - Radio frequency

Jedná se o radiový – bezdrátový přenos, který je přenášen na frekvenci 868MHz, vysílací výkon je běžně 10mW, maximálně 25mW, a přenosová rychlost $16,4\text{kbit.s}^{-1}$. Vysílací dosah je cca 30m uvnitř budov, ve volném prostoru až 300m.

KNX IP - IP/Ethernet

Poslední a také nejmladší technologií je přenos prostřednictvím IP telegramů, z čehož vyplývá, že k přenosu se využívají běžné ethernetové sítě. Nejčastěji se používá pro monitorování, vizualizace a vzdálenou správu, nebo také můžeme nahradit páteřní linii systému TP ethernetovou linkou, která je mnohem rychlejší.

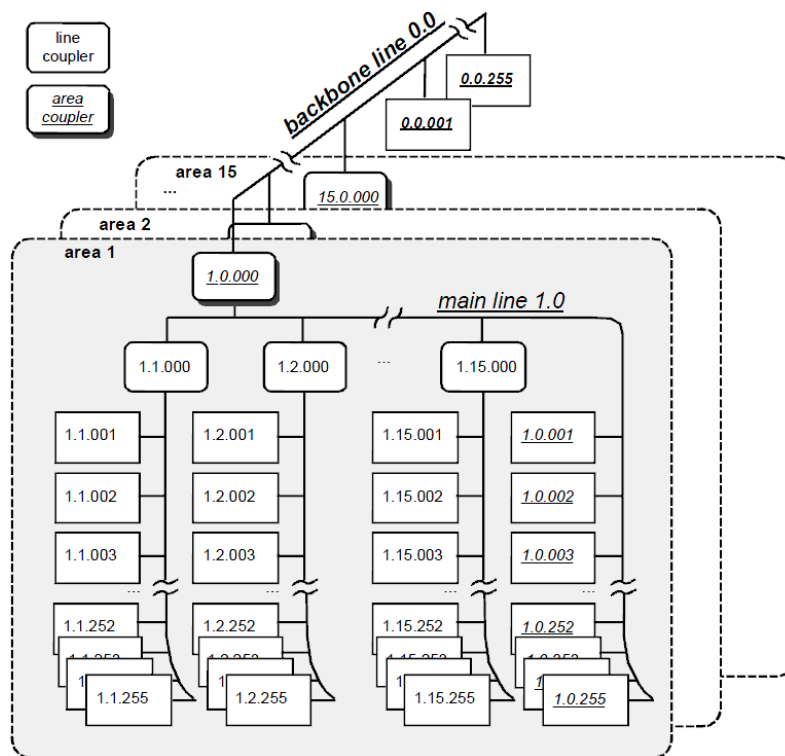
6. Topologie systému

Topologie KNX TP se skládá ze tří úrovní a může obsahovat maximálně 65.536 zařízení. První (nejvyšší) úroveň tvoří páteřní linie (backbone line), na které může být až 15 oblastí – hlavních linií (main line), které se k páteřní linii připojují pomocí oblastních spojek (area coupler). Na každé hlavní linii může být napojeno dalších 15 linií (line), které se připojují přes liniové spojky (line coupler) a můžou obsahovat až 256 účastníků rozdělených do čtyř větví, kde každá větev může mít maximálně 64 účastníků, z toho první větev se připojuje přímo k liniové spojce, další tři větve se připojují pomocí liniových zesilovačů.

K identifikaci jednotlivých účastníků slouží individuální, neboli fyzická adresa, na jejímž základě lze jednoznačně rozpoznat, které linii, případně oblasti prvek náleží. Tato fyzická adresace je 16-ti bitová a je má následující formát:

x. y. z kde:

- | | |
|--------------------|---|
| x (4 bity) | udává adresu oblasti (hlavní linie) v rozsahu 1 ÷ 15
adresa 0 odkazuje na účastníka na páteřní linii |
| y (4 bity) | udává adresu na linii v rozsahu 1 ÷ 15
adresa 0 odkazuje na účastníka na hlavní linii |
| z (16 bitů) | odkazuje přímo na účastníka v linii v rozsahu 1 ÷ 255
adresa 0 může být použita pouze u liniové spojky |



Obr. 10 Topologie systému KNX [9]

Také pro kabelový rozvod sběrnicového vedení KNX platí jistá pravidla. Je dovolen rozvod lineární, do hvězdy, paprskově, případně kombinací těchto struktur. Jediné, co není dovoleno, je kruhová struktura – uzavření smyčky.

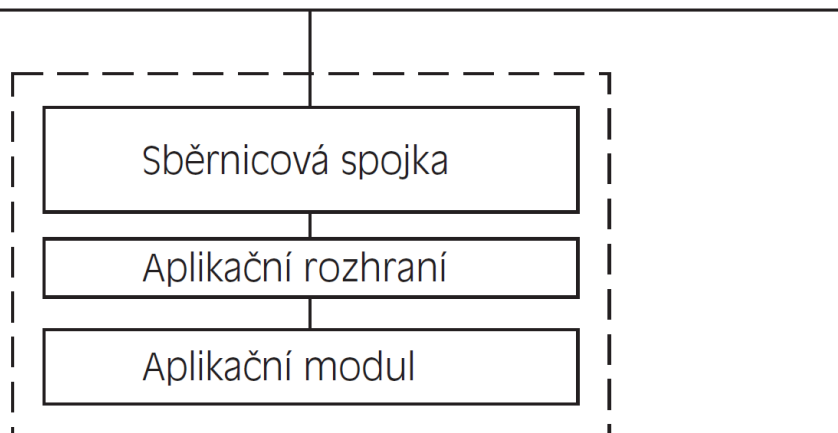
Jistá pravidla jsou i v délce vedení, zde platí, že maximální délka vedení v rozsahu jedné linie může být maximálně 1000m, vzdálenost nejvzdálenějšího účastníka sběrnice od zdroje je 350m, což je dáno úbytkem napětí cca 3V a podmínkou, že minimální hodnota napětí musí být 21V.

Další omezení stanovuje přenosová rychlost a podmínka, že doba přenosu jednoho bitu nesmí být delší, než 100 μ s, což omezuje maximální vzdálenost mezi dvěma účastníky linie na 700m, a poslední omezení je v případě, že v jedné linii jsou dva, nebo více zdrojů. Zde musíme zabezpečit, že vzdálenost mezi těmito zdroji bude minimálně 200m, což je dáno omezením indukčního napětí tlumivek napájecích zdrojů.

Struktura všech účastníků sběrnice KNX/EIB je v podstatě shodná, a má následující uspořádání:

- Aplikační modul (senzor, aktor), bývá napájen většinou prostřednictvím sběrnicové spojky, někdy však konstrukce přístroje vyžaduje přídavné silové napájení, obvykle se jedná o výkonové spínací prvky
- Aplikační rozhraní slouží k propojení aplikačního modulu se sběrnicovou spojkou
- Sběrnice spojka převádí signály z aplikačního modulu na datový telegram a vysílá ho na sběrnici, nebo naopak telegramy ze sběrnice přijímá a převádí je na požadovaný signál, který následně předává aplikačnímu modulu. Ve sběrnicové spojce je integrován vlastní mikroprocesor, který vytváří inteligenci daného přístroje a jsou v něm uložena veškerá data a fyzická adresa přístroje.

KNX/EIB



Obr. 11 Základní struktura účastníků sběrnice KNX [14]

7. Komunikace

Účastníci systému KNX spolu na sběrnici komunikují prostřednictvím skupinových adres, kterým se přiřazují skupinové objekty. Tyto skupinové objekty v rámci jedné skupiny musí mít vždy stejnou velikost. Jednotlivé objekty je možné přiřadit i do několika skupinových adres, ale pouze první z nich je vysílací, ostatní adresy slouží jen k příjmu – čtení. Vlastní komunikace – výměna dat probíhá prostřednictvím telegramů. Telegram je datová informace postavená na referenčním modelu OSI (Open System Interconnection) podle mezinárodní normy ISO 7498 a má následující strukturu:

Tabulka 3 – struktura telegramu KNX TP [3]

Kontrolní pole (Control field)	Zdrojová adresa (Source address)	Cílová adresa (Target address)	Routingový čítač (Routing counter)	Délka (Length)	Užitečná data (Useful data)	Ověřovací byte (Check byte)
8 bit	16 bit	16 + 1 bit	3	4	až 16 x 8 bit	8 bit

Kontrolní pole - dává informaci o důležitosti neboli přenosové prioritě. Ta je důležitá, jestliže začne vysílat více účastníků současně. Tuto prioritu lze nastavit každému skupinovému objektu prostřednictvím ETS, standardní nastavení je nízká priorita. Obsahuje také informaci, zda se jedná o opakovaný telegram. Tím se zamezí, aby účastníci vykonávali příkazy opakovaně.

Zdrojová adresa - udává fyzickou adresu přístroje, který informaci na sběrnici zaslal.

Cílová adresa – je to zpravidla skupinová adresa, může se však jednat i adresu fyzickou. Pokud se jedná o skupinovou adresu, oslovují se všichni účastníci sběrnice, kteří mají tuto adresu přiřazenu. V případě fyzické adresy se oslovuje (aktivuje) jen jeden přístroj (účastník). Toho se využívá pro zaslání systémových telegramů (programování sběrnice). To, jestli se jedná o adresu skupinovou, nebo fyzickou určuje 17. bit.

17. bit = 1 => skupinová adresa
17. bit = 0 => fyzická adresa

Routingový čítač - udává počet routerů (průchodů liniovou spojkou), přes které bude telegram vyslán.

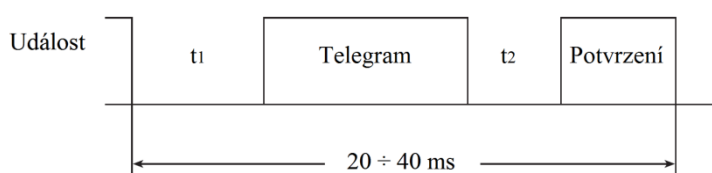
Délka - velikost užitečné informace.

Užitečná data - tato část telegramu obsahuje předávaná data EIS (EIB Interworking Standard) a vlastnosti komunikačních objektů, tzv. vlajky (flag), které určují způsob komunikace, viz tabulky.

Ověřovací byte - informace ve formě paritních bitů, která slouží k ověření správnosti doručeného telegramu využívající příčného a podélného zabezpečení. Kombinací těchto dvou zabezpečení vzniká zabezpečení křížové.

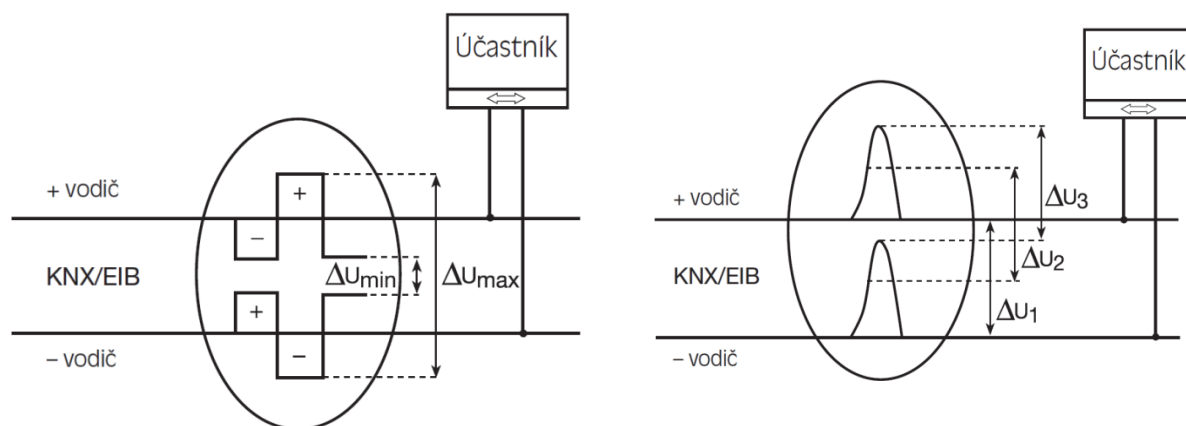
Aby mohl být telegram vyslán na sběrnici, musí být sběrnice volná, tj. nesmí docházet k přenosu jiného telegramu. Pokud tedy nějaký účastník chce vysílat, musí ověřit, zda je sběrnice volná, aby nedošlo ke kolizi. K tomuto ověření slouží čas t_1 , následně účastník zahájí přenos telegramu a od všech oslovených účastníků obdrží do doby t_2 potvrzení příjmu. Pokud toto potvrzení o příjmu neobdrží, může vysílání telegramu až třikrát opakovat, což zajišťuje vysokou spolehlivost systému. Potvrzení má následující stavy:

ACK	potvrzení příjmu
NAK	chyba příjmu
BUSY	data nelze zpracovat



Obr. 12 Přenos telegramu KNX [3]

Telegramy jsou na sběrnici vysílány ve formě logických 0 a 1, které se provádí změnou polarity napětí. Přenos signálů probíhá symetricky, tj. že záporný potenciál na plusovém vodiči má svůj zrcadlový obraz ve formě kladného potenciálu na minusovém vodiči, což představuje minimální napětí $\Delta U_{\min} = 14V$, nebo naopak při kladném potenciálu na plusovém vodiči a zrcadlovém obrazu ve formě záporného potenciálu na minusovém vodiči, dostaneme napětí $\Delta U_{\max} = 34V$.



Obr. 13 Symetrický přenos telegramu KNX [3]

Vzhledem k tomu, že sběrnice spojky reagují pouze na rozdíl potenciálů mezi vodiči sběrnice, nikoli na jejich napětí vůči jiným potenciálům, např. ochrannému vodiči, jsou téměř imunní vůči vnějším rušivým vlivům, které působí na kabel, a to i bez připojeného ochranného stínění. Tím dostáváme maximálně spolehlivý provoz přenosů na sběrnici.

Tabulka 4 – typy datových objektů EIS [3]

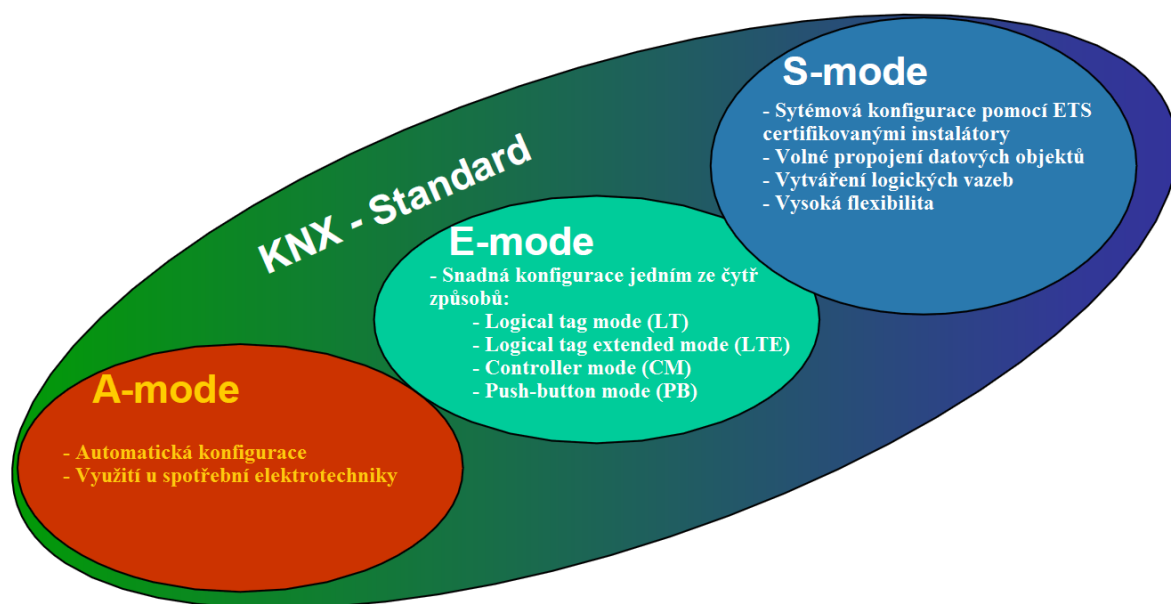
Typ EIS	Popis		Velikost
EIS 1	Switch	Přepínač	1 bit
EIS 2	Dimming	Stmívání	1 bit / 4 bit / 1 byte
EIS 3	Time	Čas	3 byte
EIS 4	Date	Datum	3 byte
EIS 5	KNX floating point values	IEEE - plovoucí	2 byte
EIS 6	Relative value	Relativní hodnota	1 byte
EIS 7	Drive control	Řízení pohonu	1 bit
EIS 8	Priority	Priorita, kontrola	1 bit
EIS 9	KNX floating point values	IEEE - plovoucí	4 byte
EIS 10	Counter value 16 bit	16 bitový čítač	2 byte
EIS 11	Counter value 32 bit	32 bitový čítač	4 byte
EIS 12	Access control	Řízení přístupu	4 byte
EIS 13	Characters	ASCII znak	1 byte
EIS 14	Counter value 8 bit	8 bitový čítač	1 byte
EIS 15	Character string	řetězec ASCII	14 byte

Tabulka 5 – vlastnosti objektů (vlajky – flag) [3]

Communication <i>Komunikace</i>	X	skupinový objekt komunikuje se sběrnici
		telegramy jsou potvrzeny, skupinový objekt však nezmění
Read <i>Čtení</i>	X	hodnotu objektu lze číst po sběrnici
		hodnotu objektu nelze číst po sběrnici
Write <i>Zápis</i>	X	hodnota objektu může být změněna po sběrnici
		hodnotu objektu nelze změnit po sběrnici
Transmit <i>Přenos</i>	X	telegram je přenášén, když je změněna hodnota objektu
		skupinový objekt odešle odpověď jen v případě, když obdržel požadavek na čtení
Update <i>Aktualizace</i>	X	hodnota telegramu s odezvou je interpretována jako zapisovací příkaz
		hodnota příslušného telegramu není interpretována jako zapisovací příkaz
Read on init	X	přístroj nezávisle odesílá hodnotu Read s příkazem pro inicializaci skupinového objektu po změně směru toku proudu
		po otočení proudu přístroj neinicializuje hodnotu přiřazeného skupinového objektu prostřednictvím příkazu Read

Pro konfiguraci a nastavení parametrů v systému KNX můžeme vycházet ze tří způsobů:

- 1) A-Mode (automatická konfigurace) – vychází z původní koncepce EHS a používá se především v oblasti „bílého zboží“. Konfigurace zde proběhne automaticky po instalaci do systému a uživatel si ji může provést sám.
- 2) E-Mode (snadná konfigurace) – jsou zde omezeny možnosti parametrizace, využívá se u malých zařízení. Konfigurace probíhá za pomoci specializovaných ovladačů s požadavkem na minimální znalosti technologie KNX.
- 3) S-Mode (systémová konfigurace) – Nejběžnější způsob konfigurace prostřednictvím PC a systémového prostředí ETS (Engineering Tool Software), konfiguraci provádí certifikovaní instalátoři s osvědčením asociace Konnex.



Obr. 14 Možnosti konfigurace KNX [18]

8. ETS – Engineering Tool Software

Aby byl systém plně funkční, je nutné nastavit jednotlivým účastníkům patřičné parametry. K tomuto slouží nezávislý softwarový nástroj ETS (Engineering Tool Software). Tento SW je dodáván jako normalizovaný softwarový produkt přímo asociací KNX. Stejně tak jako probíhal vývoj standardu EIB a následně KNX, souběžně probíhal i vývoj tohoto SW v následujících verzích:

ETS1 1993 – 1996

ETS2 1996 – 2004

ETS3 2004 – 2010

ETS4 2010 –

V současnosti je nejpoužívanější verze ETS3, přičemž asociace KNX nabízí upgrade na verzi ETS4 s možností souběžného užívání obou verzí a postupného přechodu. Poslední verzí těchto programů jsou ETS3f a ETS4.0.7, přičemž u příležitosti výstavy Light & building ve Frankfurtu v dubnu 2012 bude představen upgrade nové verze ETS4.1. Uživatelé mají možnost volit z několika možností licence SW:

ETS4 Demo – bez licenčního klíče, umožňuje přístup na sběrnici, pracovat s libovolným počtem projektů, ale vždy jen s max. 3 účastníky

ETS4 Lite – licencovaná verze s plnohodnotným přístupem na sběrnici, ale s omezením na max. 20 účastníků

ETS4 Professional – plnohodnotná licencovaná verze programu, k dispozici jsou dvě možnosti aktivace:

- Softwarovým klíčem, tato licence je přímo vázána na ID číslo počítače
- Hardwarovým klíčem, tzv. DONGLE KEY, použitelný na více počítačích, v případě, že HW klíč není v počítači zasunut, běží software v režimu demo.

ETS4 Supplementary – plnohodnotná licencovaná verze programu, jedná se o cenově zvýhodněnou licenci, kterou je možné dokoupit k hlavní licenci ETS4 Professional, maximálně však 2 licence

ETS4 Training Pack – vzdělávací licence pro školy, sloužící výhradně pro studijní účely, komerční použití je zakázáno. Jedná se o cenově zvýhodněný balík, který obsahuje 1 x ETS4 Professional, 10 x ETS4 Lite, 2 x příručku školicích materiálů

Software ETS umožňuje návrh, diagnostiku a konfiguraci veškerých certifikovaných zařízení KNX s využitím aplikačních programů, které jsou dodávány s jednotlivými zařízeními nebo jsou k dispozici ke stažení z webových stránek výrobců. Tyto aplikační programy jsou také vytvářeny ve speciální verzi SW s označením **ETS+**, která je určena pro výrobce KNX přístrojů. Veškeré aplikační programy jsou před uvedením na trh předkládány asociaci KNX ke schválení.

9. Postup programování

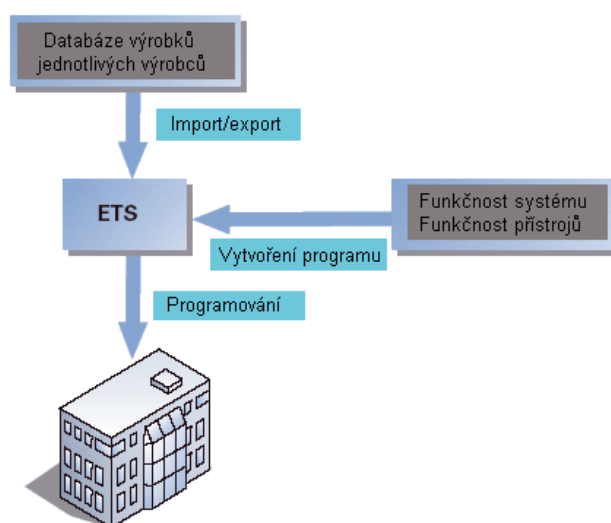
Prvním krokem, než začneme vytvářet program, je import aplikačních programů. Není dobré do databáze importovat zbytečně veškeré aplikační programy, které máme k dispozici, ale je vhodné vybírat pouze z těch prvků, které budeme v projektu využívat, jinak vytvoříme zbytečně datově objemnou databázi, což bude zpomalovat práci a nepoměrně zatěžovat paměť PC, je také vhodné pro každý projekt vytvořit vlastní databázi.

Nyní můžeme přistoupit k založení vlastního projektu. Zvolíme tedy vytvoření nového projektu, kde program nabídne okno s pojmenováním projektu a určení komunikačního média (TP/PL/IP). Následně postupujeme vytvořením struktury projektu, což je vložení budov, místností a rozvaděčů. Toto sice není nutnou podmínkou a lze tento krok vynechat, ale má svou důležitost pro přehlednost a následný servis. Nyní již můžeme do vytvořených místností a rozvaděčů vkládat jednotlivé přístroje, kde jim přiřazujeme jejich fyzické, neboli individuální adresy. Pokud máme tedy všechny přístroje v projektu vloženy, přistoupíme k vytvoření skupinových adres, ty nám určují jednotlivé funkce systému. V SW ETS3 byla tato adresace 15-ti bitová, zatímco v ETS4 je již 16-ti bitová, což zdvojnásobilo počet použitelných funkcí – skupinových adres. Každá skupinová adresa musí být přiřazena jak snímači, tak akčnímu členu a slouží právě k jejich vzájemné komunikaci. Snímač na danou adresu vyšle datovou informaci ve formě telegramu, odkud ji akční člen přečte a vykoná požadovanou funkci. V jednom projektu lze použít maximálně 65.536 (32.768 při použití ETS3) skupinových adres s následující strukturou:

Hlavní skupina 0 až 31 = 32 skupin (0 až 15 = 16 adres v ETS3 a nižší)

Střední skupina 0 až 7 = 8 skupin

Podskupina 0 až 255 = 256 skupin



Obr. 15 Postup při vytváření projektu v ETS [4]

10. Vizualizace

Vizualizace je grafické znázornění provozních stavů jednotlivých funkcí, případně jejich ovládání, a v neposlední řadě vytváření vazeb pro možnosti řízení, časové nastavení a vytváření různých scén. V průmyslové instalaci je vizualizace častěji zmiňována pod názvem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - systémy pro řízení a sběr dat). Jedná se o software, pomocí kterého můžeme zobrazovat, případně ovládat jednotlivé funkce systému.

V systémové instalaci KNX/EIB máme k dispozici několik možností, jak můžeme vizualizaci provést. Můžeme zvolit nejjednodušší cestu, což je vizualizace LED diodami doplňující tlačítkové ovladače, využívajícími univerzálních koncentrátorů, u kterých můžeme jednotlivé póly naprogramovat jako binární vstup, nebo výstup. Tento typ vizualizace je vhodný jen pro menší aplikace.

Další možností jsou jednoduché LCD panely, kde již můžeme navíc zobrazovat i analogové hodnoty jednotlivých snímačů, např. hladinu osvětlení, rychlost větru, teplotu,...

Nejčastěji se však používá vizualizace dotykovými panely, které jsou přímo uzpůsobené pro systém KNX. Pomocí těchto panelů lze zobrazovat veškeré stavy systému, můžeme zde vytvářet různé scény, časové programy a různé logické funkce. Pomocí těchto panelů lze i nastavovat parametry dalších prvků na sběrnici. Do některých těchto panelů můžeme i integrovat ovládání audiovizuální techniky.



Obr. 16 Dotykový panel Comfort Touch [6]

Další možností je použití vizualizačního SW, který můžeme instalovat na libovolný počet počítačů (dle zakoupených licencí) a pomocí rozhraní a patřičných ovladačů se můžeme připojit ke sběrnici, přičemž nejpoužívanější propojení je prostřednictvím OPC serveru. Pomocí tohoto SW lze systém KNX monitorovat a ovládat i vzdáleně přes internet. Prostřednictvím OPC serverů lze komunikovat i s ostatními systémy v budově a vzájemně s nimi sdílet data.

Poslední možností je vizualizace pomocí přenosných médií – iPod, iPhone, Android, které dnes díky vyspělé technologii mají stejné možnosti, jako běžné PC.

11. Obecné požadavky na provedení technické dokumentace KNX

Stejně jako každá stavba, nebo její dílčí část, musí mít i systémová instalace zpracovanou projektovou dokumentaci. Tato dokumentace musí obsahovat veškeré obecné náležitosti, jaké jsou u projektové dokumentace běžné elektroinstalace. Musí splňovat veškeré normy a nařízení platné pro dané prostředí a musí také vyhovovat všem bezpečnostní nařízením a předpisům. Avšak z důvodů nemalých pořizovacích nákladů je zde nutné klást důraz na přípravné práce s vysvětlením veškerých aplikačních možností systému, abychom se vyhnuli mnohdy zkreslené informovanosti případných zákazníků. Přístup projektantů je však rozdílný a mnohdy i z jejich neznalosti a neochoty učit se nové věci podají zákazníkovi informace takovým způsobem, že možnosti nasazení systémové instalace jsou předem ztraceny.

Návrh řídicího systému spočívá ve výběru potřebných funkcí a v konfiguraci jeho vnitřního složení. Pokud tedy zákazníkovi systémovou instalaci představíme a seznámíme ho s možnostmi, které mu tato instalace může přinést, následuje zhotovení investičního záměru. Zde na základě dispozice, půdorysných schémat, souboru požadavků, předběžných odhadů bilancí spotřeb a architektonického záměru sestrojíme prvotní návrh, kde vypracujeme podrobný popis funkcí, technickou specifikaci a cenovou kalkulaci systému. Tento návrh zákazníkovi předložíme a s vypracovaným popisem funkcí celou koncepci vysvětlíme. Důležité je také vyvarovat se srovnávání s běžnou konvenční instalací, případně s variantami použití několika lokálních řídicích systémů jednotlivých technologií. Zde je zapotřebí jednoznačně vysvětlit rozdíly mezi těmito instalacemi a jejich úskalí.

12. Všeobecný popis budovy – řešený projekt

Pro praktickou aplikaci systému bylo navrženo ovládání provozních funkcí budovy firmy Elektropráce Spáčil s.r.o. Jedná se o třípodlažní objekt, kde horní patro – 3.NP tvoří bytová jednotka, která má vlastní konvenční rozvod elektroinstalace. Ve 2.NP se nacházejí kanceláře vedení firmy a techniků, dále je zde zasedací místnost. V 1.NP je umístěno zázemí pro montéry a skladové prostory. Vzhledem k tomu, že se firma zabývá mimo jiné také systémovou instalací KNX, byl pro řízení vybraných provozních funkcí zvolen právě systém KNX, který zde slouží také k prezentaci systému zákazníkům. Zákazníci zde mají možnost vyzkoušet si ovládání systému pomocí tlačítkových snímačů nebo ovládacího panelu. Můžou také sledovat, jak se systém chová v automatickém režimu, případně v jejich nepřítomnosti. Pro tyto situace má systém možnost manuálního přepnutí do stavu stand-by, který běžně zajišťuje zabezpečovací systém.



Obr. 17 Budova firmy Elektropráce Spáčil s.r.o.

Při návrhu systému bylo uvažováno jak s marketingovou, tak s investiční stránkou pohledu, zde bylo přihlíženo k možným úsporám při použití systému KNX. Z toho důvodu byl systém KNX zvolen hlavně pro řízení topení a dále pro kompletní řízení manažerského patra.

Při návrhu vhodných komponent hrála také svoji roli dlouhodobá spolupráce s firmou ABB, které je firma Elektropráce Spáčil s.r.o. systémovým partnerem. Oproti návrhu systémové instalace běžnému uživateli – zákazníkovi zde nebylo nutné předem připravovat koncepci a zpracovávat předběžné varianty řešení. Návrh zde vycházel z požadavku na maximální úspory energií a také na prezentaci možností systému případnému zájemci o danou instalaci. Na základě této koncepce bylo určeno, že systémová instalace bude využita k řízení venkovních žaluzií, topení, klimatizace a osvětlení. Byly tedy specifikovány funkce, které má systém řídit, a k tomuto účelu byl sestrojen jejich obecný popis. Na základě těchto skutečností byly vytipovány prvky systému, které budou v projektu použity.



Obr. 18 Zasedací místnost s dotykovým panelem

13. Analýza provedení

Tabulka 6 – tabulka základních funkcí

Č.	Funkce	Místnost/umístění	Parametr
1	Spínání osvětlení	Všechny místnosti	ZAP / VYP
2	Zastínění oken	Všechny místnosti	NAHORU / DOLŮ / KROK
3	Reklama	Fasáda objektu	ZAP / VYP v závislosti na venkovním osvětlení a čase
4	Osvětlení dvůr	Fasáda objektu	ZAP / VYP v závislosti na venkovním osvětlení a pracovní době
5	Priorita ovládání	Vše	AUTOMAT < MANUÁL < BEZPEČNOST
6	AUTOMAT / MANUÁL		Dle stavu EZS
7	Spotřeba		Udržování spotřeby el. energií ve stanovené mezi
			Blokování topení a ohřevu vody v době VT
8	Řízení teploty	Všechny místnosti	4 teplotní hodnoty
9	Ohřev TUV		Časový program
10	Propojení EZS		Přenos stavů EZS
11	Alarm EZS		Při alarmu kompletně rozsvítit osvětlení, vytáhnout žaluzie
12	Vizualizace	Vše	Kompletní zobrazení stavů a ovládání
13	Vzdálená správa	Vše	Vizualizace, diagnostika, parametrizace

Na základě předpokladu využití budovy, který vycházel ze zkušeností s využitím původních prostor firmy, hlavně s ohledem na pružnou a nepravidelnou pracovní dobu, bylo stanoveno, které provozní funkce budovy budou řízeny systémem KNX, a z výše uvedené tabulky byl sestaven jejich popis.

Popis provozních funkcí budovy:

Osvětlení:

- Ve všech místnostech ovládání svítidel spínači na stěnách
- Na chodbách a schodišti ovládání svítidel PIR spínači
- Venkovní osvětlení bude v závislosti na intenzitě venkovního osvětlení v pracovních dnech sepnuto 30 minut před začátkem pracovní doby a vypnuto 15 minut po zapnutí systému EZS
- V případě nepřítomnosti v místnosti déle jak 15 min. dojde k vypnutí svítidel
- Po zakódování EZS vypnutí všech svítidel
- Při poplachu dojde k sepnutí všech svítidel – ovladače nebudou funkční

Žaluzie:

- Na všech oknech budou elektricky ovládané venkovní žaluzie
- Ovládání bude automatické a spínači na stěnách
- V případě sepnutého svítidla uvnitř místnosti a poklesu venkovního osvětlení pod stanovenou mez dojde automaticky k zatažení rolet
- Priorita ovládání: AUTOMAT < MANUÁL < BEZPEČNOSTNÍ FUNKCE
- Přechod mezi režimy AUTOMAT / MANUÁL bude:
 - o AUTOMAT – výchozí režim, jinak po 1 hodině od posledního ručního ovládání
 - o MANUÁL – stiskem místního ovladače
- Při alarmovém stavu povětrnostní stanice budou žaluzie vytaženy do horní polohy a v této poloze budou blokovány po dobu trvání alarmového stavu
- Při poplachu EZS dojde k vytažení žaluzií do horní polohy a v této poloze budou blokovány po dobu trvání poplachu

Topení, klimatizace:

- Hlavní zdroj tepla / chladu budou klimatizační jednotky s invertorem
- Dalším zdrojem tepla bude podlahové vytápění elektrickými odporovými kabely
- Ve skladě a technických místnostech budou osazeny přímotopné panely
- Prioritní provoz v režimu topení bude mít z důvodu energetické náročnosti klimatizační jednotka, podlahové topení bude funkční jen při poklesu venkovní teploty pod -15°C
- Nastavení teploty bude mít čtyři stavy
 - o KOMFORT (režim plného výkonu)
 - o STAND BY (režim poklesu výkonu v době nepřítomnosti – EZS odkódováno)
 - o NOC (režim poklesu výkonu – EZS zapnuto)
 - o FROST (režim poklesu na hodnotu 5°C – při otevření okna, režim dovolená)
- Provoz topení/chlazení bude blokován v době vysokého tarifu
- Provoz topení skladů a technických místností bude omezen jen na noční hodiny z důvodu omezení max. spotřeby

Ohřev TUV

- V budově bude osazen bojler – ohřev vody pro sprchy a dále malé 5l ohřívače pro ohřev vody pro kuchyňky a umyvadla
- Provoz ohřevu vody bude blokován v době vysokého tarifu
- Ohřev TUV bude omezen na noční hodiny

Odsávání

- V místnostech sociálního zařízení ovládání spínači na stěnách
- V místnostech sociálního zařízení sepne po vypnutí svítidla na dobu 10 minut
- Automatické spínání v časovém režimu
- V umývárně v závislosti na vlhkosti

Vizualizace

- V zasedací místnosti bude umístěn dotykový panel, na kterém bude možno zobrazit veškeré stavy a také odtud bude možné ovládání všech funkcí
- Bude zde přepínač na simulaci nočního režimu
- Budou zde zobrazeny stavy povětrnostních snímačů

EZS

- EZS bude prostřednictvím koncentrátoru s binárními vstupy předávat systému KNX následující stavy:
 - Otevřená okna (jednotlivé místnosti)
 - Přítomnost (pohyb) v jednotlivých místnostech
 - Stav systému EZS – ZAPNUTO / VYPNUTO / ALARM

Vzdálená správa

- Systém bude možné parametrizovat a diagnostikovat vzdáleně prostřednictvím internetu

Na základě tohoto popisu funkcí byl sestaven návrh systému v programu ETS3 a byla vytvořena struktura skupinových adres systému KNX. Tato adresace představuje jednotlivé funkce a logické vazby celého systému. Z daného návrhu se následně vytvořila specifikace materiálu KNX.

14. Specifikace – cenová kalkulace

Tabulka 7 – Specifikace materiálu a SW prací KNX

SU/S30.640.1	Řadový napájecí zdroj záložní, 640mA	1,00	11 745,00	11 745,00
SAK12	Uzavřená olověná baterie, 12VDC, 12Ah	1,00	3 030,00	3 030,00
USB/S1.1	Řadové rozhraní USB	1,00	6 426,00	6 426,00
IPR/S2.1	Řadový IP router	1,00	13 392,00	13 392,00
SA/S4.6.1	Řadový spínací akční člen 4násobný, 6 A	2,00	7 155,00	14 310,00
SA/S8.6.1	Řadový spínací akční člen 8násobný, 6 A	2,00	9 990,00	19 980,00
SA/S12.6.1	Řadový spínací akční člen 12násobný, 6 A	2,00	11 772,00	23 544,00
SA/S2.10.1	Řadový spínací akční člen 2násobný, 10 A	2,00	6 075,00	12 150,00
SA/S8.10.1	Řadový spínací akční člen 8násobný, 10 A	1,00	10 908,00	10 908,00
SA/S12.10.1	Řadový spínací akční člen 12násobný, 10 A	1,00	13 365,00	13 365,00
JRA/S8.230.2.1	Řadový žaluziový akční člen 8násobný, 230 V AC, manuální ovl.	1,00	13 392,00	13 392,00
AE/S4.2	Řadový analogový vstup 4násobný	1,00	7 533,00	7 533,00
ABZ/S2.1	Řadový aplikační modul, časový	1,00	10 665,00	10 665,00
ABL/S2.1	Řadový aplikační modul, logický	1,00	15 174,00	15 174,00
WZ/S1.1	Řadová povětrnostní centrála	1,00	21 519,00	21 519,00
WES/A2.1	Kombinovaný snímač povětrnostních údajů	1,00	10 557,00	10 557,00
UK/S32.2	Řadový universální 32cestný vstup/výstup (koncentrátor)	1,00	13 095,00	13 095,00
6122/01-866-500	B-W snímač 180 Standard, selektivní čočka	2,00	2 552,00	5 104,00
6125/02-866-500	Prvek ovládací 1- / 2násobný	3,00	1 958,00	5 874,00
6126/02-866-500	Prvek ovládací 2- / 4násobný	3,00	2 233,00	6 699,00
6127/02-866-500	Prvek ovládací 4- / 8násobný	2,00	3 330,00	6 660,00
6128/01-866-500	Snímač teploty s regulátorem a ovl. prvkem 2- / 4násobným	4,00	5 851,00	23 404,00
6120/12-101-500	Sběrníková spojka, zapuštěná	14,00	2 309,00	32 326,00
6123-84-500	Rozhraní RS-232 solo	1,00	4 050,00	4 050,00
6123 USB-84-500	Rozhraní USB	1,00	3 810,00	3 810,00
6120 U-102-500	Sběrníková spojka pod omítku	2,00	2 255,00	4 510,00
6136/UP	Montážní krabice pro panel SMART	1,00	1 332,00	1 332,00
6136/11-500	Krycí rámeček pro panel SMART	1,00	5 043,00	5 043,00
6136/100 C-102-50	Panel SMART dotykový barevný, 210 funkcí	1,00	38 475,00	38 475,00
USE1	Vestavná přepěťová ochrana	2,00	1 647,00	3 294,00
SW práce	Vytvoření programu	1,00	43 320,00	43 320,00
SW práce	Montáž, parametrizace a oživení systému	1,00	25 992,00	25 992,00
SW práce	Vizualizace (dotykový panel)	1,00	18 000,00	18 000,00
Celkem bez DPH			448 678,00	

Tato specifikace obsahuje pouze prvky systémové instalace KNX včetně montáže, vytvoření programu v SW ETS3 a následného oživení. Ostatní materiál, jako jsou svítidla, zásuvky, kabely, jističe, prvky EZS, CCTV, STA, ... jsou předmětem kompletní dokumentace elektroinstalace, na které návrh KNX navazuje a je její dílčí součástí. Tyto části dokumentace však nejsou předmětem této práce. Uvedené ceny jsou základní ceny bez rabatu, slev a bez DPH.

15. Závěr

Určeného cíle stanoveného v zadání bakalářské práce bylo úspěšně dosaženo. Systémová instalace KNX v prostorách firmy Elektropráce Spáčil s.r.o. byla na základě zpracované projektové dokumentace instalována a následně oživena v rozsahu zadaných provozních funkcí pomocí programu ETS3. Vzhledem k faktu, že již konstrukce stavby byla navržena a následně realizována jako nízkoenergetická budova, úspory získané nasazením systémové instalace a regulací provozních funkcí nebudou nijak závratné. Protože se však jedná o nově zrekonstruovanou a přistavěnou budovu a s dřívějšími prostory firmy nesrovnatelnou, nelze tyto úspory ani přesně určit. Podle pozorování účinnosti úsporných opatření v době nepřítomnosti však odhaduji tyto úspory kolem 15 %, což splnilo očekávání. Pro běžné použití nelze ani porovnat návratnost výdajů za tuto instalaci, neboť jak bylo již dříve zmíněno, firma Elektropráce Spáčil s.r.o. je systémový partner firmy ABB, jejichž výrobky zde byly instalovány, a měla na tuto zakázku speciální finanční podmínky. Nicméně kdybych bral v úvahu cenu, kterou by zaplatil běžný zákazník, návratnost investic u tohoto typu budovy by byla okolo 30 let, což není zrovna ideální. Je potřeba ale zohlednit, že v této ceně je nesrovnatelně vyzdvížen komfort a reprezentace prostor, se kterými přichází do styku zákazník. Také vlastní budova získala díky systémové instalaci na hodnotě.

Zařízení zde slouží také k prezentaci daného systému zákazníkům a v neposlední řadě tvoří firmě úspěšnou reklamu a referenci systémových instalací. Další předností je možnost testovat zde nové prvky a různé modelové situace, které zákazník požaduje realizovat. Celou funkci je tedy možné namodelovat přímo v kanceláři a již odzkoušenou ji následně prostřednictvím vzdálené správy instalovat u zákazníka, což přináší úsporu jak časovou, tak i finanční.

Zpracování teoretické části bylo zaměřeno na popis systému KNX. Tyto informace jsou zpracovány v rozsahu pro představení systému zákazníkovi a slouží také jako podklad pro postup při vytváření projektové dokumentace systémové instalace. Po částečné úpravě budou tyto materiály sloužit také k obnově webových stránek firmy Elektropráce Spáčil s.r.o.

Seznam použité literatury

- [1] TOMAN, Karel – KUNC, Josef. *Systémová technika budov – Elektroinstalace podle standardu EIB*. Praha 1998. FCC PUBLIC
- [2] MERZ, Hermann. *Automatizované systémy budov – Sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. 2009. GRADA edice Stavitel
- [3] Materiály k certifikačnímu školení KNX. Wroclav 2005
- [4] ABB – Inteligentní elektroinstalace – popis systému [online – 15. 1. 2012]
<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105152A4199&LanguageCode=cs&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [5] ABB – Příručka pro odborníky elektroinstalatéry. [online – 15. 1. 2012]
<http://elsynn.abb.cz/obchod/documents/EIB-Popis%20syst%C3%A9mu,%20P%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka%20pro%20elektroinstalat%C3%A9ry.pdf>
- [6] ABB – Inteligentní řízení budov - Energetická efektivnost v budovách s využitím sběrníkové technologie ABB i-bus® KNX. [online – 11. 2. 2012] [online – 15. 1. 2012]
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/316b4c82fdf6f7ebc12578fd004a8fdd/\\$file/Energeticka_efektivnost%20s%20ABB%20i-bus%20KNX.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/316b4c82fdf6f7ebc12578fd004a8fdd/$file/Energeticka_efektivnost%20s%20ABB%20i-bus%20KNX.pdf)
- [7] ABB – Inteligentní elektroinstalace – Preferovaná technologie [online – 15. 1. 2012]
<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105152A9695&LanguageCode=cs&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [8] Stránky asociace KNX [online – 20. 1. 2012] <http://www.knx.org/knx-standard/standardisation/>
- [9] KNX System Specifications – Architecture. 24. 6. 2009 [online – 20. 1. 2012]
<http://www.knx.org/downloads-support/downloads>
- [10] KNX System Specifications – Topology. 25. 5. 2005 [online – 20. 1. 2012]
<http://www.knx.org/downloads-support/downloads>
- [11] KNX System Specifications – Promotes the World's first open STANDARD for Home and Building Control. 3. 2004 [online – 20. 1. 2012]
<http://www.knx.org/downloads-support/downloads>
- [12] Schneider Electric – Základní informace. 9. 2008 [online – 21. 1. 2012]
http://www.vypinac.cz/download/vypinac.cz_knx_zakladni_informace.pdf
- [13] Schneider Electric – Technické informace. 9. 2008 [online – 21. 1. 2012]
http://www.vypinac.cz/download/vypinac.cz_knx_tech_informace.pdf
- [14] HL system – Systémová technika budov KNX/EIB [online – 17. 1. 2012]
http://www.hlsystem.cz/files/Technicka_brozura_KNXEIB.pdf

- [15] Automatizace.hw – Sběrnice KNX pro řízení budov - 1.část. [online – 21. 1. 2012]
<http://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>
- [16] Automatizace.hw – Sběrnice KNX pro řízení budov - 2.část - kabely, propojení a EIB. [online – 21. 1. 2012]
<http://automatizace.hw.cz/clanek/2006082701>
- [17] SOMFY, spol. s r.o. – Technické informace o KNX / EIB systému [online – 20. 1. 2012]
<http://www.somfyarchitecture.cz/index.cfm?page=/buildings/home/downloads> ..
- [18] TAPKO – KONNEX Configuration modes [online – 11. 2. 2012]
www.tapko.de/uploads/tx_neofileshare/KNXConfig.pps

Seznam příloh

Příloha I.

Projektová dokumentace

F1.4g-01	Technická zpráva
F1.4g-02	Technologie 1NP
F1.4g-03	Osvětlení 2NP
F1.4g-04	Technologie 2NP
F1.4g-05	Rozvod KNX 2NP
F1.4g-06	Blokové schéma KNX
F1.4g-07	Schéma rozvaděče R1
F1.4g-08	Schéma zapojení KNX - EZS

Příloha II.

Výpis programu ETS3

Building View alphabetically

Group Addresses